

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 100 07 526 A 1**

21 Aktenzeichen: 100 07 526.6  
22 Anmeldetag: 18. 2. 2000  
43 Offenlegungstag: 6. 9. 2001

5 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**B 62 D 37/00**  
B 62 D 53/00  
B 60 K 28/00  
B 60 D 1/30  
B 60 T 7/20  
B 60 T 8/00

DE 100 07 526 A 1

71 Anmelder:  
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

72 Erfinder:  
Eilert, Gerd, Dipl.-Ing., 71409 Schwaikheim, DE;  
Goll, Dieter, Dipl.-Ing., 71384 Weinstadt, DE; Müller,  
Armin, Dipl.-Ing., 75391 Gechingen, DE; Poppe,  
Hans, Dipl.-Ing., 76275 Ettlingen, DE; Strähle,  
Eberhard, 72669 Unterensingen, DE; Struck,  
Helmut, Dipl.-Ing., 71364 Winnenden, DE

56 Entgegenhaltungen:  
DE 38 31 492 C1  
DE 198 10 642 A1  
DE 92 18 948 U1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren und Vorrichtung zum Stabilisierung des Fahrdynamikzustandes von Gespannen

57 Es wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Stabilisierung des Fahrdynamikzustandes eines Gespanns vorgeschlagen. Zur Bestimmung des Fahrdynamikzustandes wird eine Eingangsgröße, wie die Gierrate, ermittelt und ausgewertet. Schwingt die Eingangsgröße, liegt ein instabiler fahrdynamischer Zustand vor. Dann wird in ein Fahrdynamiksystem, z. B. die Bremsenrichtung oder die Antriebseinheit des Zugfahrzeugs, eingegriffen, um die Stabilität des Fahrdynamikzustandes, insbesondere durch das Reduzieren der Längsgeschwindigkeit des Zugfahrzeugs, wieder herzustellen.

DE 100 07 526 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Stabilisierung des Fahrdynamikzustandes eines ein Zugfahrzeug und zumindest eines Anhängerfahrzeugs aufweisenden Gespanns, wobei wenigstens eine fahrdynamische Eingangsgröße ermittelt und ausgewertet wird, und wobei ein Eingriff in ein Fahrdynamiksystem zur Stabilisierung des Fahrdynamikzustandes des Gespanns veranlaßt wird, wenn anhand der Auswertung ein instabiler Fahrdynamikzustand festgestellt wurde. Die Erfindung betrifft des weiteren eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Aus der DE 198 10 642 A1 ist ein Verfahren zur Stabilisierung von Gespannen und eine Bremsvorrichtung für Gespanne bekannt, wobei es sich insbesondere um Nutzfahrzeug-Gespanne handelt. Bei Vorhandensein einer stabilitätskritischen Fahrsituation wird das Anhängerfahrzeug bzw. der Auflieger gesteuert abgebremst.

Ausgehend hiervon ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Stabilisierung des Fahrdynamikzustandes von Gespannen zu schaffen, wobei eine Realisierung mit geringem Aufwand und ein flexibler Einsatz ermöglicht wird.

Diese Aufgabe wird mittels eines Verfahrens gemäß Anspruch 1 und einer Vorrichtung gemäß Anspruch 10 gelöst.

Beim erfindungsgemäßen Verfahren und der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird bei Vorliegen eines instabilen Fahrdynamikzustandes der Eingriff in das wenigstens eine Fahrdynamiksystem zur Stabilisierung des Fahrdynamikzustandes des Gespanns am Zugfahrzeug durchgeführt. Es ist hierbei kein Anhängerfahrzeug notwendig, das über eine eigene Betriebsbremseinrichtung verfügt. PKW-Anhängerfahrzeuge verfügen häufig nicht über eine Betriebsbremseinrichtung – das Verfahren und die Vorrichtung nach dieser Erfindung sind auch bei solchen Anhängerfahrzeugen anwendbar. Insgesamt wird die Fahrsicherheit eines Gespanns erhöht und zwar unabhängig davon, ob das Anhängerfahrzeug mit einer Betriebsbremseinrichtung ausgestattet ist oder nicht.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

Vorteilhafterweise ist aus der Eingangsgröße die Schwenkbewegung des Anhängerfahrzeugs um eine Schwenkachse ermittelbar, die parallel zu den Hochachsen des Zugfahrzeugs und des Anhängerfahrzeugs verläuft und die eine Schwenklagerstelle einer das Zugfahrzeug und das Anhängerfahrzeug verbindenden Kupplungseinrichtung durchsetzt. Die Schwenkbewegung dient zur Beurteilung der Stabilität des Fahrdynamikzustandes des Anhängerfahrzeugs bzw. des Gespanns.

Als Eingangsgröße kann die Gierrate des Anhängerfahrzeugs und/oder die Querbeschleunigung des Anhängerfahrzeugs und/oder der Knickwinkel zwischen der Längsachse des Zugfahrzeugs und der Längsachse des Anhängerfahrzeugs und/oder die Knickwinkelgeschwindigkeit ermittelt werden.

Alternativ oder zusätzlich hierzu kann als wenigstens eine Eingangsgröße mindestens eine Kraft ermittelt werden, die zwischen dem Zugfahrzeug (6) und dem Anhängerfahrzeug (8) wirkt. Dabei besteht die Möglichkeit das Anhängerfahrzeug von Meßeinrichtungen freizuhalten, wobei die Kraft bzw. Kräfte mittels einer entsprechenden, am Zugfahrzeug vorgesehenen Einrichtung ermittelt werden. Am Anhängerfahrzeug bedarf es dabei zur Durchführung des Verfahrens keinerlei Modifikationen, Anbauten, oder dergleichen.

Zweckmäßigerweise wird ein instabiler Fahrdynamikzustand dadurch erkannt, dass die wenigstens eine Eingangsgröße in einem vorgebbaren Zeitintervall schwingt. Klingt

die Schwingung der Eingangsgröße innerhalb des festgelegten Zeitintervalls nicht ab, so kann daraus auf die fahrdynamische Instabilität des Gespanns geschlossen werden. Alternativ oder zusätzlich hierzu kann ein instabiler Fahrdynamikzustand auch dadurch erkannt werden, dass der Wert bzw. der Betrag der Eingangsgröße in einem unzulässigen Bereich liegt, z. B. wenn der Betrag unzulässig groß ist.

Durch einen Eingriff in das Fahrdynamiksystem des Zugfahrzeugs derart, dass die Längsgeschwindigkeit des Zugfahrzeugs vermindert wird, kann diese unter einen kritischen Wert abgesenkt werden. Unterhalb dieses kritischen Wertes klingen Schwenkbewegungen bzw. Schwingungen des Anhängerfahrzeugs selbständig wieder ab, wobei sich der Fahrdynamikzustand des Gespanns stabilisiert.

Es ist weiterhin vorteilhaft, wenn der Eingriff in das wenigstens eine Fahrdynamiksystem des Zugfahrzeugs als mehrstufiger Eingriff durchgeführt wird, wobei in einer ersten Stufe der Eingriff in ein erstes Fahrdynamiksystem erfolgt und anschließend, bei weiterhin vorliegender Instabilität des Fahrdynamikzustandes des Gespanns, in wenigstens einer nachfolgenden Stufe der Eingriff in das Fahrdynamiksystem der jeweils vorhergehenden Stufe verstärkt wird oder ein Eingriff in jeweils ein weiteres Fahrdynamiksystem erfolgt. Hierdurch kann eine Dosierung der Gegenmaßnahmen erzielt werden, um den stabilen Fahrdynamikzustand wieder herzustellen.

Das Reduzieren der Längsgeschwindigkeit des Zugfahrzeugs kann insbesondere durch Reduzieren des Antriebsmomentes und/oder durch einen Bremseneingriff am Zugfahrzeug erfolgen.

Zweckmäßig ist es auch, wenn der Bremseneingriff am Zugfahrzeug derart erfolgt, dass zur Verringerung des Knickwinkels zwischen der Längsachse des Zugfahrzeugs und der Längsachse des Anhängerfahrzeugs eine Gierbewegung des Zugfahrzeugs hervorgerufen wird. Neben dem Reduzieren der Längsgeschwindigkeit kann beispielsweise durch einseitiges Bremsen eine Gierbewegung des Zugfahrzeugs ausgelöst werden. Die Gierbewegung ist so gerichtet, dass sie den aktuellen Knickwinkel betragsmäßig verringert, was eine Ausrichtung der Längsachsen des Zugfahrzeugs und des Anhängerfahrzeugs in Längsrichtung unterstützt und eine zusätzliche Stabilisierung des Fahrdynamikzustandes des Gespanns mit sich bringt.

Bei der Durchführung eines mehrstufigen Eingriffs in das wenigstens eine Fahrdynamiksystem des Zugfahrzeugs kann in einer ersten Stufe das Reduzieren des Antriebsmomentes des Zugfahrzeugs und in einer zweiten Stufe ein Bremseneingriff am Zugfahrzeug vorgesehen sein.

Bei einer zweckmäßigen Ausgestaltung der Vorrichtung weist eine Ermittlungseinrichtung zur Ermittlung der wenigstens einen fahrdynamischen Eingangsgröße am Anhängerfahrzeug anbringbare Anhängersensormittel zur Ermittlung der Gierrate und/oder der Querbeschleunigung des Anhängerfahrzeugs auf. Das Nachrüsten bzw. bedarfsabhängige Ausrüsten des Anhängerfahrzeugs mit den Anhängersensormitteln ist daher möglich. Als Anhängerfahrzeug kann daher jeder handelsübliche Anhänger verwendet werden, ohne dass an diesen hinsichtlich der Ausstattung oder der Bauart besondere Voraussetzungen gestellt werden.

Es ist auch möglich, dass die Ermittlungseinrichtung Knickwinkelsensormittel zur Ermittlung des Knickwinkels und/oder der Knickwinkelgeschwindigkeit aufweist, die insbesondere im Bereich einer das Zugfahrzeug und das Anhängerfahrzeug verbindenden Kupplungseinrichtung anbringbar sind. Die Knickwinkelsensormittel können alternativ oder zusätzlich zu den Anhängersensormitteln vorgesehen sein.

Es ist überdies vorteilhaft, wenn eine zur Auswertung der

wenigstens einen Eingangsgröße dienende Auswerteeinrichtung Mittel zur Erkennung des Anhängerbetriebs aufweist, so dass zwischen einem Normalbetrieb ohne Anhängerfahrzeug und einem Anhängerbetrieb bei angehängtem Anhängerfahrzeug unterschieden werden kann. Der Anhängerbetrieb wird beispielsweise dann erkannt, wenn eine elektrische Verbindung zwischen dem Zugfahrzeug und dem Anhängerfahrzeug hergestellt ist.

Dies ist insbesondere dann zweckmäßig, wenn die Auswerteeinrichtung von einem Fahrdynamikregler des Zugfahrzeugs gebildet ist. Dieser kann dann zwischen dem Normalbetrieb und dem Anhängerbetrieb unterscheiden und in beiden Fällen angepaßte Eingriffe in das betreffende Fahrdynamiksystem des Zugfahrzeugs auslösen. Als Fahrdynamikregler kommt z. B. ein ESP-Regler in Betracht der heutzutage zumindest in den PKW der Anmelderin bereits serienmäßig vorhanden ist.

Hierbei löst der Fahrdynamikregler den zur Stabilisierung des Fahrdynamikzustandes des Gespanns dienenden Eingriff in das wenigstens eine Fahrdynamiksystem des Zugfahrzeugs lediglich bei erkanntem Anhängerbetrieb und bei Vorliegen eines instabilen Fahrdynamikzustandes aus.

Im Folgenden wird ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens bzw. der erfindungsgemäßen Vorrichtung anhand der beigefügten Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Gespanns mit einem Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in einer Ansicht von oben auf das Gespann,

Fig. 2 einen Ablaufplan eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens und

Fig. 3 den zeitlichen Verlauf der Gierrate als Eingangsgröße.

In Fig. 1 ist schematisch ein Gespann 5 dargestellt, das beispielsweise ein Zugfahrzeug 6 – im vorliegenden Fall ein PKW – und ein über eine Kupplungseinrichtung 7 an das Zugfahrzeug 6 angehängtes Anhängerfahrzeug 8 aufweist. In Abwandlung hierzu könnten an das Zugfahrzeug 6 auch mehrere Anhängerfahrzeuge 8 angehängt sein.

Die Kupplungseinrichtung 7 umfaßt beispielsweise ein am Zugfahrzeug 6 vorhandenes Anhängerkupplungsteil 11 und ein mit dem Anhängerkupplungsteil 11 verbindbares Gegenkupplungsteil 12. Derartige Kupplungseinrichtungen 7 sind heutzutage im Pkw-Bereich üblich.

Die Kupplungseinrichtung 7 ermöglicht dem Anhängerfahrzeug 8 eine mittels des Doppelpfeils 15 angedeutete Schwenkbewegung um eine Schwenkachse, die im wesentlichen parallel zu den Hochachsen des Zugfahrzeugs 6 und des Anhängerfahrzeugs 8 verläuft und die eine Schwenklagerstelle 18 der Kupplungseinrichtung 7 durchsetzt. Die Schwenklagerstelle befindet sich an der Verbindungsstelle von Anhängerkupplungsteil 11 und Gegenkupplungsteil 12.

Ausgehend von einem ausgerichteten Zustand, bei dem die Längsachse 20 des Zugfahrzeugs 6 und die Längsachse 21 des Anhängerfahrzeugs 8 parallel zueinander verlaufen, entsteht durch eine Schwenkbewegung 15 um die Schwenkachse des Anhängerfahrzeugs 8 relativ zum Zugfahrzeug 6 ein Knickwinkel  $\alpha$ , unter dem sich die beiden Längsachsen 20, 21 schneiden. Die Schwenkachse verläuft senkrecht zur Zeichenebene durch den Schnittpunkt der beiden Längsachsen 20, 21.

Das Zugfahrzeug 6 verfügt über eine Bremsvorrichtung 25, die beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 ein Bremssteuergerät 26 aufweist. Die Bremsvorrichtung 25 ermöglicht mittels dem Bremssteuergerät 26 das separate Ansteuern der jeweils einem der Zugfahrzeugräder 27, 28, 29, 30 zugeordneten Radbremseinrichtungen 31, 32, 33, 34.

Das Zugfahrzeug 6 weist zudem eine Antriebseinheit 37

auf, mit einem zur Steuerung des Antriebs 39 der Antriebseinheit 37, insbesondere des Antriebsmomentes, dienenden Antriebssteuergerät 38.

Weiterhin verfügt das Zugfahrzeug 6 beispielsweise über einen Fahrdynamikregler 40, der z. B. von einem sogenannten ESP-Regler gebildet sein kann, wie er heutzutage in den PKW der Anmelderin vorhanden ist. Der Fahrdynamikregler 40 ist mit dem Antriebssteuergerät 38 und dem Bremssteuergerät 26 verbunden, so dass ein Eingriff in die Bremsvorrichtung 25 und/oder in die Antriebseinheit 37 vom Fahrdynamikregler 40 hervorgerufen werden kann.

Beim Fahren mit dem Gespann 5 kann es zu instabilen Fahrdynamikzuständen kommen, wenn die Längsgeschwindigkeit des Gespanns 5 oberhalb einer kritischen Geschwindigkeit liegt und das Anhängerfahrzeug 8 zu einer Schwenkbewegung 15 um die Schwenkachse angeregt wird, z. B. durch Seitenwind, durch eine Lenkbewegung des Zugfahrzeugs 6, durch auf die Anhängerfahrzeigräder 44, 45 einwirkenden Seitenkräfte oder dergleichen. Eine solche Anregung führt oberhalb der kritischen Geschwindigkeit zu einer schwingungsähnlichen Schwenkbewegung des Anhängerfahrzeugs 8 um die Schwenkachse, die nicht ausreichend gedämpft ist. Diese Schwenkbewegung, die auch als Schlingern oder Pendeln bezeichnet werden könnte, führt dann zu einem instabilen Fahrdynamikzustand des Anhängerfahrzeugs 8 und des gesamten Gespanns 5.

Beim Gegenstand der Erfindung wird ein instabiler Fahrdynamikzustand erkannt und es werden Gegenmaßnahmen ergriffen, die das Gespann 5 wieder in einen stabilen Fahrdynamikzustand überführen.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung 49 zur Durchführung eines Verfahrens zur Stabilisierung des Fahrdynamikzustandes des Gespanns 5 weist eine Ermittlungseinrichtung 50 zur Ermittlung wenigstens einer fahrdynamischen Eingangsgröße auf.

Diese Eingangsgröße ist beispielsweise so gewählt, dass sie ein Maß für die Schwenkbewegung 15 des Anhängerfahrzeugs 8 um die Schwenkachse darstellt. Als Eingangsgröße kommt z. B. die Gierrate  $\dot{\psi}$  des Anhängerfahrzeugs 8, die Querbeseleunigung des Anhängerfahrzeugs 8, der Knickwinkel  $\alpha$  oder die Knickwinkelgeschwindigkeit  $\dot{\alpha}$  in Betracht.

Die Ermittlungseinrichtung 50 enthält gemäß Fig. 1 am Anhängerfahrzeug 8 lösbar befestigbare Anhängersensormittel 51, die die wenigstens eine Eingangsgröße messen. Die Anhängersensormittel 51 können an einer beliebigen Befestigungsstelle am Anhängerfahrzeug angebracht werden.

Bei einer nicht näher gezeigten Ausführung der Ermittlungseinrichtung 50 verfügt diese über Kraftsensormittel, die am Zugfahrzeug 6, z. B. am Anhängerkupplungsteil 11 angebracht oder lösbar anbringbar sind. Die Kraftsensormittel dienen zur Bestimmung der zwischen dem Zugfahrzeug und dem Anhängerfahrzeug wirkenden Kraft bzw. Kräfte. Anhand dieser Kräfte kann abhängig von ihrer Richtung und ihrem Betrag auf den Fahrdynamikzustand des Anhängerfahrzeugs und des Gespanns geschlossen werden.

Beim in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung 49 wird lediglich eine Eingangsgröße ermittelt. Die Anhängersensormittel 51 sind beispielsweise von einem Gierratsensor 53 gebildet, der die Gierrate  $\dot{\psi}$  des Anhängerfahrzeugs 8 ermittelt.

Wie bereits erwähnt könnte bei einer nicht näher dargestellten Ausführungsform als Eingangsgröße auch der Knickwinkel  $\alpha$  oder die Knickwinkelgeschwindigkeit  $\dot{\alpha}$  mittels Knickwinkelsensormitteln der Ermittlungseinrichtung 50 bestimmt werden. Diese Knickwinkelsensormittel könnten beispielsweise im Bereich der Kupplungseinrich-

tung 7 vorgesehen werden.

Es versteht sich, daß die genannten Eingangsgrößen bei einer weiteren nicht gezeigten Ausführungsvariante nicht nur separat, sondern auch in einer beliebigen Kombination von der Ermittlungseinrichtung 50 ermittelt werden können.

Die wenigstens eine Eingangsgröße wird einer Auswerteeinrichtung 55 der Vorrichtung 50 zugeführt. Hierfür ist der Gierratensensor nach Fig. 1 mit der beispielsweise von dem Fahrdynamikregler 40 gebildeten Auswerteeinrichtung 55 des Zugfahrzeugs 6 verbunden.

Die Auswerteeinrichtung 55 wertet die Eingangsgröße aus und verursacht über ein Eingriffssignal einen automatischen Eingriff in eines oder mehrere Fahrdynamiksysteme 25 bzw. 37 des Zugfahrzeugs 6, wenn ein instabiler Fahrdynamikzustand erkannt wurde. Eine Reaktion des Fahrers ist nicht notwendig.

Als Fahrdynamiksystem kommt jedes System des Zugfahrzeugs 6 in Frage, das die Längs- und/oder Querdynamik beeinflussen kann, z. B. die Lenkung, die Bremseneinrichtung 25 oder die Antriebseinheit 37 des Zugfahrzeugs 6.

Beispielsgemäß wird durch den Eingriff in eines oder mehrere Fahrdynamiksysteme 25 bzw. 37 die Längsgeschwindigkeit des Zugfahrzeugs 6 und damit auch die Längsgeschwindigkeit des Gespanns 5 verringert. Unterschreitet die Längsgeschwindigkeit aufgrund der Verzögerung die kritische Geschwindigkeit, klingt die Schwingung des Anhängerfahrzeugs 8 ab und der durch das Schwingen des Anhängerfahrzeugs 8 verursachte instabile Fahrdynamikzustand wird beseitigt.

Ein Ausführungsbeispiel des Verfahrens zur Stabilisierung des Fahrdynamikzustands des Gespanns 5 wird im Folgenden anhand von Fig. 2 näher erläutert.

In einem ersten Schritt 60 wird die hier von der Gierrate  $\dot{\psi}$  des Anhängerfahrzeugs 8 gebildete Eingangsgröße mit Hilfe des Gierratensensors 53 gemessen. Anschließend wird im darauffolgenden Schritt 61 in der Auswerteeinrichtung 55 überprüft, ob ein stabiler Fahrdynamikzustand vorliegt.

Die Erkennung eines instabilen Fahrdynamikzustandes wird beim Ausführungsbeispiel anhand des zeitlichen Verlaufs der Eingangsgröße in der Auswerteeinrichtung 55 vorgenommen.

Einen beispielhaften Verlauf der Gierrate  $\dot{\psi}$  als Eingangsgröße ist in Fig. 3 gezeigt. Die Eingangsgröße wird innerhalb eines vorgebbaren Zeitintervalls T bewertet. Schwingt die Eingangsgröße, dann schwenkt das Anhängerfahrzeug 8 hinter dem Zugfahrzeug 6 von einer Seite zur anderen. Klingt die Schwingung innerhalb des Zeitintervalls T nicht ab, dann ist der Fahrdynamikzustand des Anhängerfahrzeugs 8 und somit des Gespanns 5 instabil.

Es ist auch möglich den Fahrdynamikzustand anhand des Wertes bzw. des Betrages der Eingangsgröße zu beurteilen. Dieser wird dann als instabil erkannt, wenn die Größe bzw. der Betrag der Eingangsgröße einen unzulässig hohen Wert aufweist.

Es versteht sich, dass der Fahrdynamikzustand auch anhand der Größe bzw. des Betrages und anhand des zeitlichen Verlaufs beurteilt werden kann, wenn dies erforderlich sein sollte, z. B. aus Gründen der Genauigkeit der Beurteilung.

Eine geringfügige Schwenkbewegung 15 des Anhängerfahrzeugs 8 ist im Fahrbetrieb immer gegeben. Unterhalb der kritischen Geschwindigkeit klingt diese Schwenkbewegung 15 ab, ohne dass ein Eingriff erforderlich wäre.

Wird im Schritt 61 der Fahrdynamikzustand als stabil bewertet, erfolgt anschließend eine Verzweigung zum ersten Schritt 60 (Verzweigung "pos" bei Schritt 61).

Liegt ein instabiler Fahrdynamikzustand vor (Verzweigung "neg" bei Schritt 61), wird ein Eingriff in ein oder mehrere Fahrdynamiksysteme des Zugfahrzeugs 6 ausge-

löst.

Der Eingriff in die Fahrdynamiksysteme 25 bzw. 37 des Zugfahrzeugs 6 erfolgt beim Ausführungsbeispiel stufenweise. Grundsätzlich wird beim mehrstufigen Eingriff zunächst in einer ersten Stufe in ein erstes Fahrdynamiksystem eingegriffen, um wieder einen stabilen Fahrdynamikzustand zu erhalten. Hat der Eingriff keine ausreichende fahrdynamische Stabilität bewirkt, wird in mindestens einer darauffolgenden Stufe der Eingriff in das Fahrdynamiksystem der jeweils vorhergehenden Stufe erhöht oder ein Eingriff in ein weiteres Fahrdynamiksystem verursacht.

Bei der vorliegenden Ausführungsform wird nachdem im Schritt 61 ein instabiler Fahrdynamikzustand festgestellt wurde in einem nachfolgenden Schritt 62 abgefragt, ob bereits ein Eingriff in ein erstes Fahrdynamiksystem – das im vorliegenden Fall von der Antriebseinheit 37 gebildet ist – durchgeführt wurde. Ist dies nicht der Fall (Verzweigung "neg" bei Schritt 62) wird im Schritt 63 über die Auswerteeinrichtung 55 ein Eingriff in das von der Antriebseinheit 37 gebildete erste Fahrdynamiksystem ausgelöst, wobei beispielsweise das Antriebsmoment reduziert und damit die Längsgeschwindigkeit herabgesetzt wird. Dies kann beispielsweise durch Reduzieren der Einspritzmenge, Schließen der Drosselklappe oder Öffnen der Kupplung geschehen. In Fig. 3 ist der Zeitpunkt der Reduzierung des Antriebsmomentes mit  $t_1$  gekennzeichnet.

Nach dem Schritt 63 werden die Schritte 60 und 61 zur Bestimmung des aktuellen Fahrdynamikzustands erneut ausgeführt. Ist der Fahrdynamikzustand nach wie vor instabil (Verzweigung "neg" bei Schritt 61), dann wird im Schritt 62 aufgrund der Feststellung, dass bereits in die Antriebseinheit eingegriffen wurde zu Schritt 64 verzweigt (Verzweigung "pos" bei Schritt 62). Im Schritt 64 wird dann beim Ausführungsbeispiel in ein weiteres Fahrdynamiksystem des Zugfahrzeugs 6 eingegriffen und ein Bremseneingriff zur Geschwindigkeitsreduzierung verursacht. Der Bremseneingriff erfolgt zum Zeitpunkt  $t_2$  (vgl. Fig. 3) zusätzlich zu der bereits hervorgerufenen Verringerung des Antriebsmomentes.

Nach dem Zeitpunkt  $t_2$  ist aufgrund des zusätzlichen Bremseneingriffs die Längsgeschwindigkeit so weit reduziert, dass die Schwingung des Anhängerfahrzeugs 8 abklingt.

Das Zugfahrzeug 6 ist bei der vorliegenden Ausführungsform mit einer Bremseneinrichtung 25 ausgestattet, die das separate Ansteuern der einzelnen Radbremseneinrichtungen 31, 32, 33, 34 ermöglicht. Dies ist in der Regel bei Fahrzeugen der Fall, die mit einem Fahrdynamikregler 40 ausgestattet sind.

Hierbei kann bei einer alternativen Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Verfahrens durch gezieltes einseitiges Verzögern der Zugfahrzeigräder 27, 28 bzw. 29, 30 – also zumindest einem der linken oder rechten Räder – neben der dadurch erreichten Gesamtverzögerung des Zugfahrzeugs 6 gleichzeitig eine Gierbewegung des Zugfahrzeugs 6 erzielt werden, die den aufgrund der Schwenkbewegung des Anhängerfahrzeugs 8 hervorgerufenen Knickwinkel  $\alpha$  betragsmäßig verringert und damit die Ausrichtung des Zugfahrzeugs 6 und des Anhängerfahrzeugs 8 in eine gemeinsame Längsrichtung unterstützt.

Es sei hierbei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es für das erfindungsgemäße Verfahren ausreicht die Längsgeschwindigkeit des Zugfahrzeugs 6 zu verringern, wobei ein separates Ansteuern der Radbremseneinrichtungen 31, 32, 33, 34 nicht notwendig ist.

Wie bereits weiter oben erwähnt ist bei der vorliegenden Ausführungsvariante die Auswerteeinrichtung 55 von einem Fahrdynamikregler 40 des Zugfahrzeugs 6 gebildet, z. B. von einem ESP-Regler. An diesen Fahrdynamikregler

40 werden unterschiedliche Anforderungen gestellt, je nach dem, ob das Zugfahrzeug 6 im Anhängerbetrieb mit angehängtem Anhängerfahrzeug 8 oder im Normalbetrieb ohne angehängtes Anhängerfahrzeug 8 betrieben wird.

Der Fahrdynamikregler 40 weist daher nicht näher dargestellte Mittel zur Erkennung des Betriebszustandes auf und kann somit zwischen Normalbetrieb und Anhängerbetrieb unterscheiden. Der Anhängerbetrieb wird im vorliegenden Fall dann festgestellt, wenn zwischen dem Zugfahrzeug 6 und dem Anhängerfahrzeug 8 eine elektrische Verbindung hergestellt ist. Diese elektrische Verbindung dient beim Anhängerbetrieb zur Speisung der elektrischen Verbraucher des Anhängerfahrzeugs 8 wie z. B. der Beleuchtung mit elektrischer Energie und ist daher während des Anhängerbetriebs immer hergestellt.

Der Fahrdynamikregler 40 löst nunmehr den zur Stabilisierung des Fahrdynamikzustandes des Gespanns 5 dienenden Eingriff nur dann aus, wenn der Fahrdynamikregler 40 den Anhängerbetrieb erkannt hat. Andernfalls arbeitet der Fahrdynamikregler 40 in der auf das Zugfahrzeug 6 ohne Anhängerfahrzeug 8 (Normalbetrieb) abgestimmten Weise.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Stabilisierung des Fahrdynamikzustandes eines ein Zugfahrzeug (6) und zumindest ein Anhängerfahrzeug (8) aufweisenden Gespanns (5), wobei wenigstens eine fahrdynamische Eingangsgröße ermittelt und ausgewertet wird, und wobei ein Eingriff in ein Fahrdynamiksystem zur Stabilisierung des Fahrdynamikzustandes des Gespanns (5) veranlaßt wird, wenn anhand der Auswertung ein instabiler Fahrdynamikzustand festgestellt wurde, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zur Stabilisierung des Fahrdynamikzustandes des Gespanns (5) erfolgende Eingriff in wenigstens ein Fahrdynamiksystem (25 bzw. 37) des Zugfahrzeugs (6) erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass aus der wenigstens einen Eingangsgröße die Schwenkbewegung (15) des Anhängerfahrzeugs (8) um eine Schwenkachse ermittelbar ist, die parallel zu den Hochachsen des Zugfahrzeugs (6) und des Anhängerfahrzeugs (8) verläuft und die eine Schwenklagerstelle (18) einer das Zugfahrzeug (6) und das Anhängerfahrzeug (8) verbindenden Kupplungseinrichtung (7) durchsetzt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Gierrate ( $\dot{\psi}$ ) des Anhängerfahrzeugs (8) und/oder die Querschleunigung des Anhängerfahrzeugs (8) und/oder der Knickwinkel ( $\alpha$ ) zwischen der Längsachse (20) des Zugfahrzeugs (6) und der Längsachse (21) des Anhängerfahrzeugs (8) und/oder die Knickwinkelgeschwindigkeit ( $\dot{\alpha}$ ) als wenigstens eine Eingangsgröße ermittelt wird bzw. ermittelt werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass als wenigstens eine Eingangsgröße mindestens eine Kraft ermittelt wird, die zwischen dem Zugfahrzeug (6) und dem Anhängerfahrzeug (8) wirkt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass ein instabiler Fahrdynamikzustand dadurch erkannt wird, dass die wenigstens eine Eingangsgröße in einem vorgebbaren Zeitintervall (T) schwingt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass ein instabiler Fahrdynamikzustand dadurch erkannt wird, dass der Wert bzw.

der Betrag der wenigstens einen Eingangsgröße in einem unzulässigen Bereich liegt und der Betrag insbesondere unzulässig groß ist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Eingriff in das Fahrdynamiksystem (25 bzw. 37) des Zugfahrzeugs (6) derart erfolgt, dass die Längsgeschwindigkeit des Zugfahrzeugs (6) vermindert wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Eingriff in das wenigstens eine Fahrdynamiksystem (25 bzw. 37) des Zugfahrzeugs (6) als mehrstufiger Eingriff durchgeführt wird, wobei in einer ersten Stufe der Eingriff in ein erstes Fahrdynamiksystem (37) erfolgt und anschließend, bei weiterhin vorliegender Instabilität des Fahrdynamikzustandes des Gespanns (5), in wenigstens einer nachfolgenden Stufe der Eingriff in das Fahrdynamiksystem (37) der jeweils vorhergehenden Stufe verstärkt wird oder ein Eingriff in jeweils ein weiteres Fahrdynamiksystem (25) erfolgt.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Eingriff in das Fahrdynamiksystem (37) des Zugfahrzeugs (6) derart erfolgt, dass das Antriebsmoment des Zugfahrzeugs (6) reduziert wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Eingriff in das Fahrdynamiksystem (25) des Zugfahrzeugs (6) derart erfolgt, dass ein Bremseneingriff am Zugfahrzeug (6) durchgeführt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Bremseneingriff am Zugfahrzeug (6) derart erfolgt, dass zur Verringerung des Knickwinkels ( $\alpha$ ) zwischen der Längsachse (20) des Zugfahrzeugs (6) und der Längsachse (21) des Anhängerfahrzeugs (8) eine Gierbewegung des Zugfahrzeugs (6) hervorgerufen wird.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11 in Verbindung mit Anspruch 8 und 9, dadurch gekennzeichnet, dass in einer ersten Stufe des Eingriffs in das wenigstens eine Fahrdynamiksystem des Zugfahrzeugs (6) das Reduzieren des Antriebsmomentes und in einer zweiten Stufe ein Bremseneingriff am Zugfahrzeug (6) vorgesehen ist.

13. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 12, mit einer Ermittlungseinrichtung (50) zur Ermittlung wenigstens einer fahrdynamischen Eingangsgröße und mit einer zur Auswertung der wenigstens einen Eingangsgröße dienenden Auswerteeinrichtung (55), wobei das Auswertungsergebnis ein Eingriffssignal zur Durchführung eines Eingriffs in ein Fahrdynamiksystem auslöst, wenn ein instabiler Fahrdynamikzustand erkannt wurde, dadurch gekennzeichnet, dass der zur Stabilisierung des Fahrdynamikzustandes des Gespanns (5) erfolgende Eingriff in wenigstens ein Fahrdynamiksystem (25 bzw. 37) des Zugfahrzeugs (6) erfolgt.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Ermittlungseinrichtung (50) am Anhängerfahrzeug (8) anbringbare Anhängersensormittel (51) zur Ermittlung der Gierrate ( $\dot{\psi}$ ) und/oder der Querschleunigung des Anhängerfahrzeugs (8) aufweist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Ermittlungseinrichtung (50) Knickwinkelsensormittel zur Ermittlung des Knickwinkels ( $\alpha$ ) und/oder der Knickwinkelgeschwindigkeit ( $\dot{\alpha}$ ) aufweist, die insbesondere im Bereich einer das

Zugfahrzeug (6) und das Anhängerfahrzeug (8) verbindenden Kupplungseinrichtung (7) anbringbar sind.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Ermittlungseinrichtung (50) Kraftsensormittel zur Ermittlung der Kräfte aufweist, die auf ein am Zugfahrzeug (6) angeordnetes Teil (11) einer das Zugfahrzeug (6) und das Anhängerfahrzeug (8) verbindenden Kupplungseinrichtung (7) einwirken, wobei die Kraftsensormittel insbesondere am Zugfahrzeug (6) lösbar anbringbar oder angebracht sind.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinrichtung (55) Mittel zur Erkennung des Anhängerbetriebs bei an das Zugfahrzeug (6) angehängtem Anhängerfahrzeug (8) aufweist.

18. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass der Anhängerbetrieb bei hergestellter elektrischer Verbindung zwischen dem Zugfahrzeug (6) und dem Anhängerfahrzeug (8) erkannt wird.

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinrichtung (55) von einem Fahrdynamikregler (40) des Zugfahrzeugs (6) gebildet ist.

20. Vorrichtung nach Anspruch 19 in Verbindung mit Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, dass der Fahrdynamikregler (40) den zur Stabilisierung des Fahrdynamikzustandes des Gespanns (5) dienenden Eingriff in das wenigstens eine Fahrdynamiksystem (25 bzw. 37) des Zugfahrzeugs (6) lediglich bei erkanntem Anhängerbetrieb auslöst.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

35

40

45

50

55

60

65

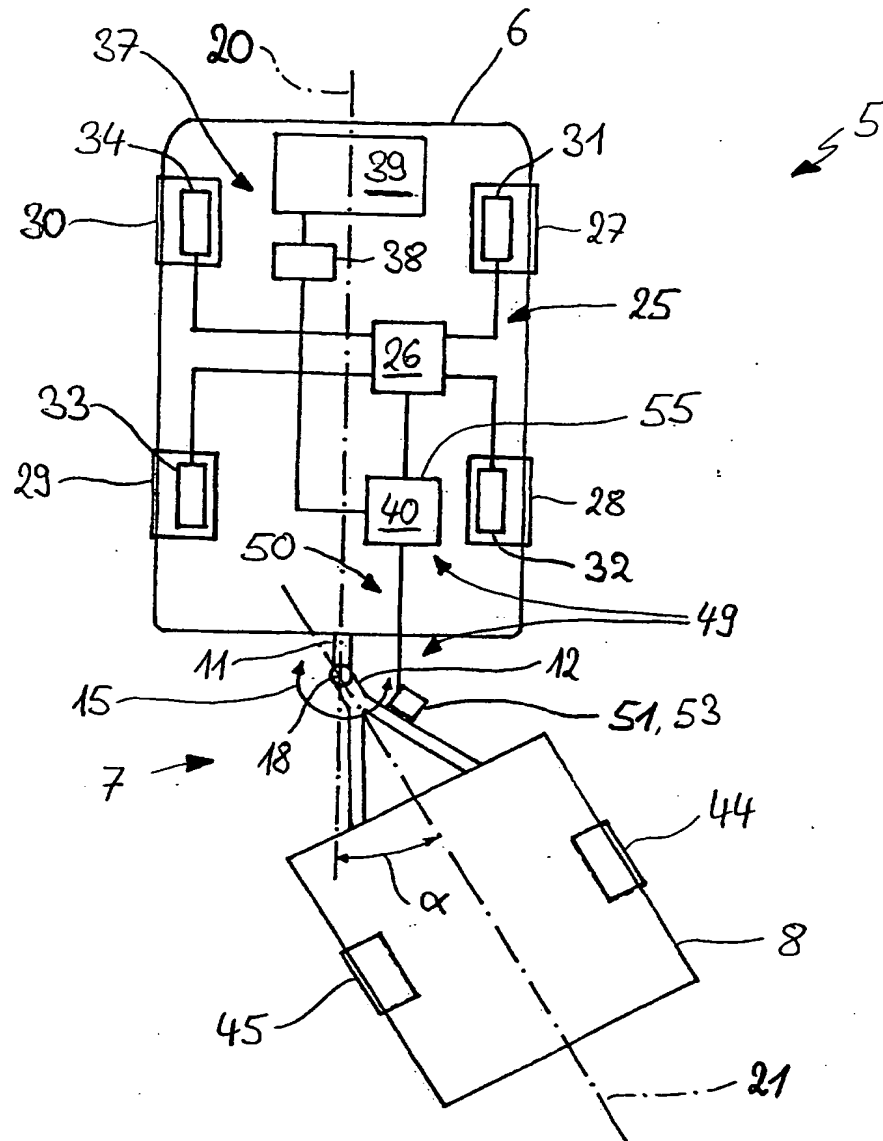


Fig. 1

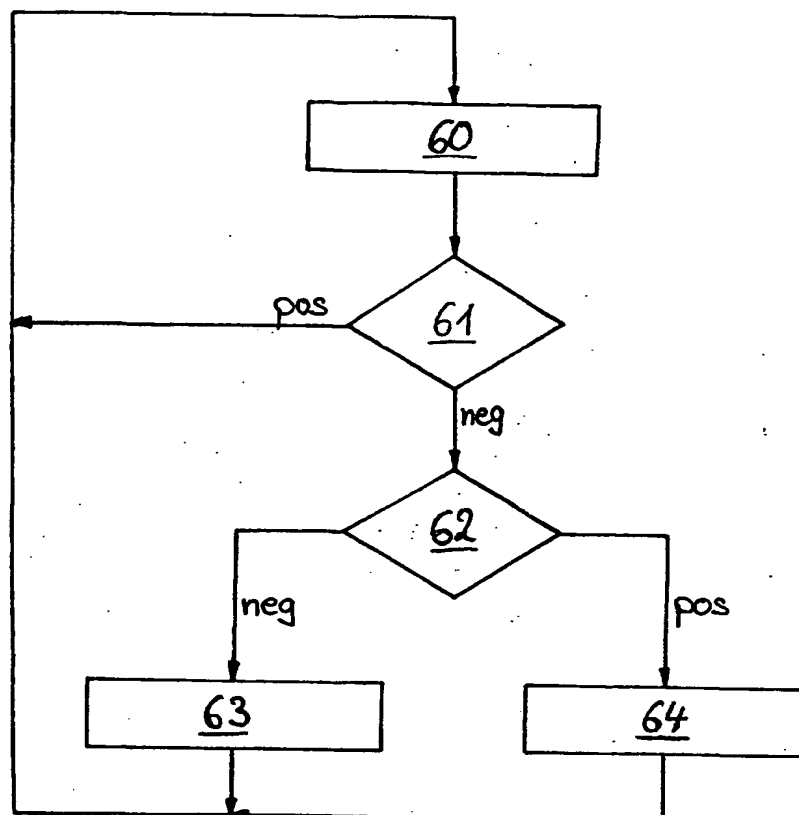


Fig. 2

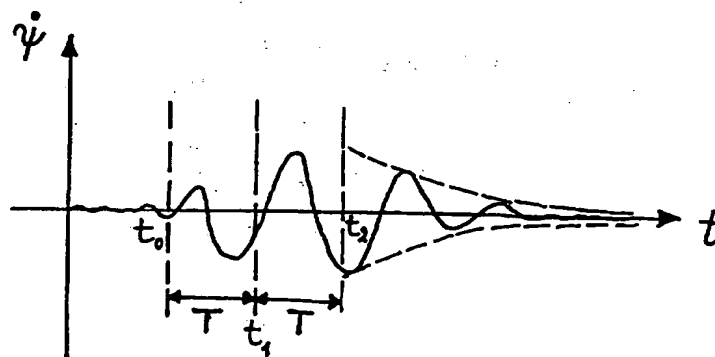


Fig. 3